

Мультипараметрическая МРТ В Диагностике Рака Предстательной Железы

1. Якубов Дониёр Жавланович
2. Ахмедов Якуб Амандулаевич
3. Умаркулов Забур Зафаржонович
4. Ким Татьяна Павловна

Received 2nd Jan 2023,
Accepted 3rd Feb 2023,
Online 28th Apr 2023

^{1,2,3,4} Самаркандский Государственный
Медицинский Университет, Самарканд,
Узбекистан

Абстракт: Мультипараметрическая магнитно-резонансная томография (мп-МРТ) показала многообещающие результаты в диагностике, локализации, стратификации риска и стадировании клинически значимого рака предстательной железы. Это также открыло возможности для очагового лечения рака предстательной железы. Комбинации T2-взвешенной визуализации, диффузионной визуализации, перфузии (динамическая контрастная визуализация) и спектроскопической визуализации использовались для оценки рака предстательной железы с помощью мп-МРТ, но морфологическая оценка T2 и функциональная оценка с помощью диффузионной визуализации остаются основой для диагностики рака предстательной железы на мп-МРТ. Поскольку оценка на мп-МРТ может быть субъективной, использование недавно разработанной стандартизированной системы подсчета изображений Prostate Imaging and Reporting Archiving Data System и обучение специалистов-радиологов имеют важное значение для точной интерпретации.

Ключевые слова: диффузная визуализация, функциональная визуализация, биопсия под контролем МРТ, мультипараметрическая МРТ, рак предстательной железы.

Введение

В настоящее время диагностический путь для выявления рака предстательной железы инициируется на уровне простат-специфического антигена (ПСА) и пальцевом ректальном исследовании (ПРИ). Использование ПСА в качестве инструмента скрининга с последующей систематической трансректальной биопсией под ультразвуковым контролем (ТРУЗИ) привело к увеличению выявления рака предстательной железы с переходом стадии к заболеванию с низким риском. По оценкам, в 2014 году в США было диагностировано около 233 000 новых случаев рака предстательной железы. Это сопряжено с риском гипердиагностики и чрезмерного лечения, поскольку многие из них представляют собой клинически незначимый рак

предстательной железы с низким уровнем риска. С другой стороны, передние опухоли, как правило, не выявляются при ТРУЗИ-биопсии до тех пор, пока они не вырастут до значительных размеров и не достигнут 15-20 мм от заднего края предстательной железы, что приводит к поздней диагностике. Систематическая ТРУЗИ-биопсия исторически показала недооценку окончательной степени опухоли по шкале Глисона при гистологическом исследовании после радикальной простатэктомии, что привело к неточной стратификации риска и выбору терапевтических вариантов. По всем этим причинам США и Канадская целевая группа по профилактической медицинской помощи недавно опубликовали независимые заявления, в которых утверждается, что риски тестов на ПСА перевешивают преимущества. Многопараметрическая магнитно-резонансная томография (мп-МРТ), сочетающая морфологическую оценку T2-взвешенных изображений (T2ВИ) с диффузионно-взвешенными изображениями (ДВИ), перфузионными изображениями с динамическим контрастированием (ДКЭ) и спектроскопическими изображениями (МРСИ), широко используется изучал в последние годы. В частности, T2WI и DWI продемонстрировали значительные перспективы в обнаружении, локализации, стратификации риска и стадировании рака предстательной железы. В этом обзоре будет представлен обзор различных последовательностей визуализации и обсуждена текущая роль мп-МРТ в различных аспектах лечения рака предстательной железы.

Метод визуализации МРТ

Рекомендуемым методом МРТ при раке предстательной железы является мп-МРТ, который включает T2ВИ высокого разрешения и не менее двух функциональных методов МРТ. T1-взвешенная визуализация имеет ограниченное применение для оценки морфологии предстательной железы или выявления опухоли внутри железы. Его основное применение заключается в выявлении кровоизлияний после биопсии. Артефакты дефекации следует уменьшить введением антиперистальтических средств. Визуализация предстательной железы при 3Т выигрывает от более высокого отношения сигнал/шум. Использование эндоректальной катушки (ERC) не является абсолютным требованием для протокола обнаружения рака, но предпочтительнее при 1,5Т. Использование ERC рекомендуется для стадирования, хотя приемлемость для пациента и увеличение затрат остаются его недостатками. Воздух можно использовать для надувания баллона ERC, но это может привести к искажению DWI. Раздувание жидкостями (перфторуглерод или бариевая суспензия) предотвратит появление артефактов чувствительности. Обычно для надувания баллона требуется около 60 см³ воздуха или жидкости. T2-WI — рабочая лошадка МРТ предстательной железы. Он обеспечивает высокое пространственное разрешение и определяет зональную анатомию, отличающую периферическую зону от переходной зоны, центральной зоны, семявыбрасывающих протоков, передней фиброзно-мышечной стромы, семенных пузырьков и уретры. Сосудисто-нервные пучки также обозначены на T2WI. Периферическая зона имеет высокую интенсивность сигнала на T2WI, что отражает более высокое содержание воды в ней, а рак в периферической зоне проявляется как область более низкого сигнала (Рисунок 1). Однако низкий сигнал T2 в периферической зоне также может наблюдаться при доброкачественных аномалиях, включая простатит, фиброз, рубцовую ткань, кровоизлияние после биопсии или облучение.

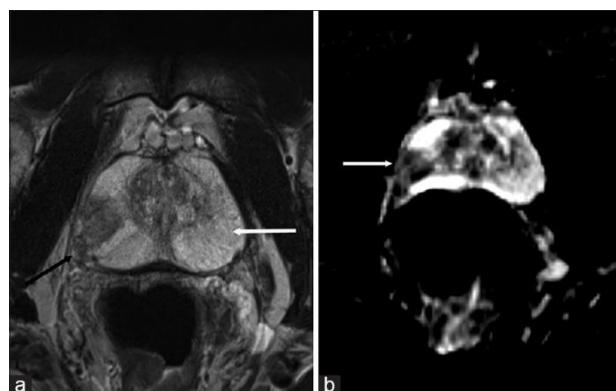


Рисунок 1: 55-летний мужчина с раком предстательной железы 7 (4 + 3) по шкале Глисона. (а) Аксиальное Т2-взвешенное изображение (Т2ВИ) показывает нормальный гиперинтенсивный Т2-сигнал в периферической зоне (белая стрелка) от высокого содержания воды при раке (черная стрелка), проявляющийся в виде области низкого сигнала на Т2ВИ. (б) Карта кажущегося коэффициента диффузии на том же уровне, показывающая слабый сигнал от ограниченной диффузии в месте рака (стрелка).

Гетерогенный внешний вид с множественными узлами ДГПЖ (добропачественная гиперплазия предстательной железы или доброкачественное увеличение предстательной железы) затрудняет оценку рака в переходной зоне, особенно для менее опытного читателя. Функциональная визуализация не всегда полезна при оценке опухоли переходной зоны, так как области доброкачественной стромальной или пролиферирующей гиперплазии могут демонстрировать гетерогенное усиление на ДКЭ и ограниченную диффузию на ДВИ. Морфологические особенности на Т2ВИ, такие как внешний вид «стертого угля» (Рисунок 2), нечеткие края узла, распространение слабого сигнала в периферическую зону, линзовидная форма, распространение на фибромышечную строму и местная инвазия помогают дифференцировать опухоль от доброкачественной ткани, но опять же некоторые узлы ДГПЖ также могут быть нечетко разграничены или инкапсулированы, и поэтому это остается хорошо известным ограничением мп-МРТ. Таким образом, Т2ВИ считается доминирующим из всех последовательностей мп-МРТ для обнаружения рака в переходной зоне.

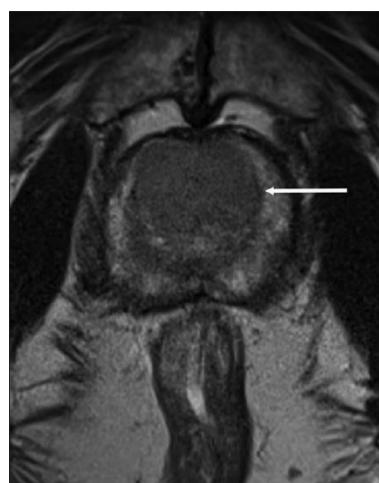


Рисунок 2: Опухоль переходной зоны. 54-летний мужчина с подтвержденной биопсией карциномой простаты Gleason 8. Т2-взвешенное изображение, показывающее типичный вид «стертого угля» (стрелка) в переходной зоне.

Степень снижения интенсивности на T2-ВИ в периферической зоне коррелирует со степенью опухоли по шкале Глисона, при этом более высокие компоненты по шкале Глисона демонстрируют более низкую интенсивность сигнала, тем самым играя роль в стратификации риска опухоли. Высокое пространственное разрешение T2WI делает эту последовательность также основой для локального стадирования заболевания. Распространение низкой интенсивности сигнала на семенные пузырьки, облитерация прямокишечно-простатического угла и распространение на сосудисто-нервные пучки являются признаками экстракапсулярного распространения (ЭКО) опухоли на T2-ВИ (рис. 3). Лоуренс и др. недавно сообщалось, что добавление изображений DWI и DCE к T2WI улучшило точность предоперационного обнаружения ЭКО.

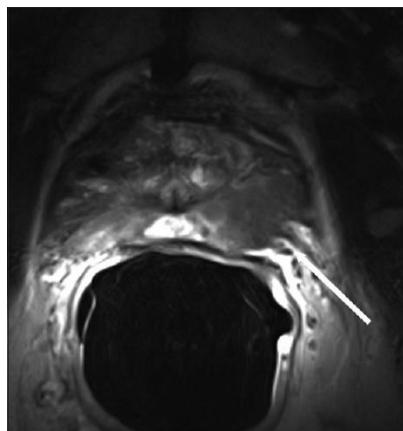


Рисунок 3: Экстракапсулярное расширение опухоли. 64-летний мужчина с подтвержденной биопсией карциномой предстательной железы по шкале Глисона 7 (3 + 4). На аксиальном T2-взвешенном изображении, полученном с помощью эндоректальной катушки, видна опухоль со слабым сигналом в левой периферической зоне с минимальным распространением вдоль левого сосудисто-нервного пучка (стрелка).

Диффузионно-взвешенная МРТ — это функциональный инструмент визуализации, который измеряет случайное броуновское движение молекул воды в тканях. Каждый коэффициент диффузии (ADC) на МРТ или чистое смещение молекул количественно определяет ограничение диффузии воды и измеряется путем получения по крайней мере двух наборов изображений с различной продолжительностью и амплитудой градиента магнитного поля (значение b). Выполнение DWI требует как минимум двух коэффициентов b для расчета ADC. Многоточечный анализ значений b повышает точность вычисляемого АЦП за счет увеличения времени сканирования и снижения отношения сигнал/шум (SNR). В более ранних исследованиях сообщалось об использовании максимального значения b 1000 с/мм², но совсем недавно было показано, что значение до 2000 с/мм², который можно получить на 3Т-сканерах, может помочь подавить сигнал от фоновой нормальной ткани предстательной железы и выделить раковые области как гиперинтенсивные. Интерпретация с высокими значениями b > 1000 с/мм² рекомендуется для DWI в сочетании с ADC, при этом отличительным признаком рака является низкий ADC и изо-к-высокому сигналу на изображениях DWI с высоким значением b (≥ 1400 с/мм²). Ограничения DWI включают повышенный шум и анатомическое искажение изображения, особенно при более высоких значениях b. Исследования также показали обратную корреляцию между количественными значениями ADC и оценкой Глисона и, следовательно, могут помочь в назначении точной стратификации риска для выбора терапевтических вариантов. Но существует значительное перекрытие доверительных интервалов, что ADC не может использоваться в качестве суррогата для оценки Глисона в настоящее время, хотя большинство клинически значимых видов рака имеют значение ADC

<1000. DWI является широко доступным методом и считается наиболее важной последовательностью функциональной визуализации в мп-МРТ. Функциональная визуализация (DWI, DCE и магнитно-резонансная спектроскопия [MRSI]) и, в частности, DWI может помочь дифференцировать рак от доброкачественных аномалий, таких как простатит, фиброз, рубцовая ткань, кровоизлияние после биопсии или после облучения в периферической зоне. (Рисунок 1) б; поэтому ДВИ считается доминирующей последовательностью для выявления опухолей в периферической зоне. Это также наиболее полезная из всех последовательностей функциональной визуализации для обнаружения опухоли в переходной зоне. Многочисленные исследования показали, что DWI является наиболее эффективной из последовательностей мп-МРТ для выявления рака предстательной железы, тем самым улучшая диагностические характеристики мп-МРТ. DCE MRI основан на быстрых T1-взвешенных последовательностях до, во время и после быстрого внутривенного (IV) введения (2-4 мл/с) боляса контрастного вещества на основе гадолиния для оценки ангиогенеза опухоли. Во время DCE MRI опухоли демонстрируют раннее и высокоамплитудное усиление с последующим быстрым вымыванием в некоторых случаях по сравнению с нормальной тканью. Изображения DCE MRI можно оценить с помощью простого визуального качественного анализа необработанных данных путем прокрутки серийных полученных изображений или изображений вычитания, чтобы найти раннее узловое и очаговое усиление. В качестве альтернативы можно рассчитать полукачественные параметры, такие как восходящий градиент, усиление пика и градиент вымывания, чтобы построить кривую наклона (типы А, В и С) для оценки. Количественная метрическая оценка также может быть выполнена с использованием фармакокинетических моделей (Tofts) для оценки концентрации контраста в ткани. Он обеспечивает константу передачи K_{trans} , который описывает микрососудистую проницаемость и кровоток, и V_e , объемную долю внеклеточно-внесосудистых компартментов или пространство утечки. Для рутинной клинической оценки визуальный анализ изображений или полукачественная оценка типа кривой усиления считаются подходящими для интерпретации изображения. Количественная оценка полезна для оценки ответа на терапию, когда нет изменений морфологических проявлений. Из-за совпадения паттерна усиления с доброкачественными состояниями, такими как простатит в периферической зоне и узелки ДГПЖ в переходной зоне, МРТ с ДКЭ не рассматривается как доминирующая последовательность визуализации изолированно для оценки рака, как в периферической зоне, так и в переходной зоне. зоне и часто применяется в качестве дополнения к результатам T2WI и DWI при мп-МРТ. Это повышает уверенность в определении поражений, выявленных на T2-ВИ/ДВИ, помогает получить окончательную интерпретационную оценку в сложных случаях, когда изображения на T2-ВИ/ДВИ неоднозначны, предоставляет полезную информацию, когда другие последовательности неоптимальны (движение на T2-ВИ или искажение изображения на ДВИ) и имеет возможность привлечь внимание к небольшим фокусам во время чтения, которые в противном случае могли бы остаться незамеченными. В отличие от T2WI и DWI, исследования показали плохую корреляцию параметров МРТ DCE с оценкой по шкале Глисона.

Однако МРТ с ДКЭ является доминирующей последовательностью для обнаружения остаточной/рецидивирующей опухоли после терапии. Раннее узловое усиление на DCE MRI после фокальной терапии (после лечения область становится фиброзной, и DWI, как правило, бесполезна для оценки) (Рисунок 4) и в ложе предстательной железы после простатэктомии помогает определить место локального рецидива.

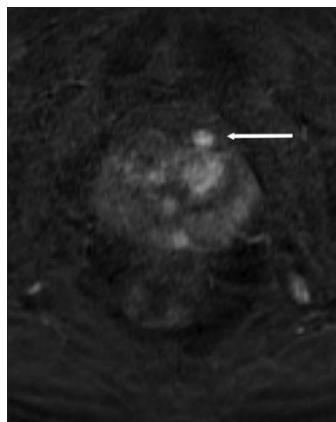


Рисунок 4: Остаточная опухоль после фокальной терапии. Динамическое аксиальное субтракционное изображение с контрастным усилением через 6 месяцев после фокальной терапии показывает узелковую область усиления на границе лечения. Была выполнена магнитно-резонансная фузия биопсия области, которая выявила болезнь Глисона 6.

Спектроскопическая визуализация

На MRSI предстательной железы доминирующие пики в спектрах принадлежат протонам цитрата (резонирует при 2,6 м.д.), креатина (резонирует на 3,0 м.д.) и соединений холина (резонирует на 3,2 м.д.). Сигналы полиаминов также могут быть идентифицированы. При раке сигналы холина повышенны, а сигналы цитрата снижены по сравнению с доброкачественными тканями. Для интерпретации изображения соотношение холина и креатина к цитрату часто используется в качестве метаболического биомаркера, хотя оно более надежно в периферической зоне с высоким уровнем цитрата. Несколько исследований показали преимущество добавления MRSI к МРТ при оценке рака предстательной железы. Исследования показали способность MRSI повышать частоту выявления рака у пациентов с повышенным уровнем ПСА. MRSI продемонстрировал многообещающие результаты в оценке агрессивности рака, а также является действенным инструментом для выявления рецидивов и мониторинга ответа на терапию. Трехмерная спектроскопия обычно занимает около 10-15 минут. Значительные искажения магнитного поля могут возникать из-за кровоизлияния, поэтому исследование необходимо проводить после достаточной задержки после биопсии. MRSI требует больше времени и опыта, чем другие функциональные методы MR; поэтому его клиническое применение ограничено.

Хотя отдельные последовательности полезны, было показано, что T2WI в сочетании с двумя функциональными последовательностями обеспечивает лучшую характеристику опухоли в предстательной железе. В диагностическом метаанализе семи исследований de Rooij et al. выявили высокую общую чувствительность и специфичность по точности мп-МРТ с использованием T2WI, DWI и DCE MRI. Совокупная чувствительность и специфичность составляли 0,74 и 0,88 соответственно, с отрицательной прогностической ценностью (NPV) в диапазоне от 0,65 до 0,94. В другом исследовании мп-МРТ показала хорошие результаты в выявлении и исключении клинически значимого рака после как минимум одной предыдущей биопсии с NPV 95% при использовании системной биопсии трансперинеального шаблона в качестве золотого стандарта. Авторы пришли к выводу, что мп-МРТ можно использовать в качестве сортировочного теста после отрицательной биопсии и, таким образом, выявлять пациентов, которым можно избежать дальнейших биопсий. В недавно опубликованном исследовании сообщалось о клинической NPV мп-МРТ на уровне 89,6% для значительного рака в течение 5-летнего периода наблюдения. Шакир и др. продемонстрировали, что польза от МРТ и прицельной биопсии увеличивается с повышением уровня ПСА и что диагностическая

полезность и апгрейд до клинически значимого заболевания при биопсии происходили выше порога ПСА 5,2 нг/мл. В то время как несколько исследований показали преимущества функциональной визуализации при обнаружении рака предстательной железы в периферической зоне, функциональная визуализация может иметь ограниченную роль в оценке рака в переходной зоне на т.п. - МРТ из-за неоднородного внешнего вида и усиления, вторичного по отношению к доброкачественной гиперплазии предстательной железы. Хукс и др.. сообщили, что DCE-MRI, в частности, не показала каких-либо дополнительных преимуществ по сравнению с T2WI для обнаружения рака в переходной зоне. В их исследовании точность мп-МРТ для выявления 4 и 5 баллов по шкале Глисона в переходной зоне составила 79% для T2WI и 72% в сочетании с DWI и DCE MRI. Для заболевания низкого риска уровни точности составили 66% для T2WI и 62% в сочетании с функциональной визуализацией. В другом исследовании авторы сообщили, что добавление DWI к T2WI повысило точность обнаружения рака предстательной железы в переходной зоне. Объем опухоли является документально подтвержденным прогностическим фактором исхода рака предстательной железы, и является ли его правильная оценка обязательной для успеха фокальной терапии, новый органосохраняющий метод лечения, направленный на селективную аблацию локально ограниченных, клинически значимых индексных поражений, сохраняя при этом остальную часть предстательной железы и окружающие структуры. Гистологическая архитектура опухоли влияет на количественные результаты МРТ и, как известно, является основным предиктором видимости опухоли на мп-МРТ. Разреженная или инфильтративная опухоль, смешанная с нормальной тканью, может присутствовать на периферии МРТ-видимой «плотной» опухоли. Исследования показали, что наибольший объем опухоли на мп-МРТ, определенный по изображениям на любой из отдельных последовательностей, обеспечивает довольно точную оценку объема опухоли при гистологическом исследовании тотального препарата , хотя оценка была более точной для более крупных опухолей более 10 мм. и >0,5 куб.см по объему, чем для небольших опухолей. Поскольку интерпретация МРТ предстательной железы может быть субъективной и непоследовательной, оценки подозрения на рак предстательной железы на МРТ (Система визуализации и отчетности по архивированию простаты [PI-RADS]) были разработаны по шкале от 1 до 5 баллов (на основе фиксированной критерии) для улучшения стандартизации интерпретации и отчетности МРТ. Система подсчета очков Лайкера основана на общем впечатлении читателя и является более субъективной формой оценки. Исследования показали более высокую воспроизводимость между наблюдателями у опытных читателей, чем у менее опытных читателей, как для систем оценки PI-RADS, так и для систем оценки Лайкера. Недавний метаанализ 14 исследований, оценивающих использование оценочной системы PI-RADS для выявления рака предстательной железы с помощью мп-МРТ, показал хорошую диагностическую точность. Тем не менее, система оценки PI-RADS находится в стадии разработки, и недавно была опубликована версия 2 PI-RADS. Было изучено использование мп-МРТ у мужчин без предшествующей биопсии, но экономическая эффективность и истинная ценность для этой группы пациентов еще предстоит определить. Недавно Национальная служба здравоохранения Соединенного Королевства продемонстрировала, что МРТ предстательной железы даже у пациентов, ранее не проводивших биопсию, может быть рентабельной. Де Рой и др. сравнили качество жизни и затраты на здравоохранение для стратегии биопсии под контролем ТРУЗИ и стратегии, основанной на визуализации, при которой выполнялись МРТ и направленная биопсия под контролем МРТ, смоделированные на период 10 лет после первоначального направления на биопсию. Их результаты показали сопоставимые затраты на здравоохранение в двух стратегиях, но улучшенное качество жизни (КЖ) в группе визуализации. Преимущество качества жизни связано с уменьшением гипердиагностики и избыточного лечения в группе визуализации.

В недавно опубликованном рандомизированном проспективном исследовании Panebianco et al., рак предстательной железы был обнаружен у 215/570 (38%) пациентов в группе ТРУЗИ-биопсии. Из 355/570 пациентов, у которых ТРУЗИ-биопсия была отрицательной, мп-МРТ после биопсии показала подозрительный очаг у 208 пациентов, из которых 186 были положительными при биопсии (т.е. 52% пациентов после первоначальной отрицательной биопсии). В группе визуализации 440/570 пациентов имели положительный результат МРТ, из которых 417 были положительными при биопсии. Из 130 пациентов в группе визуализации, у которых была отрицательная МРТ, ни у одного не было болезни Глисона 7 при сатурационной биопсии. В другом исследовании Haffner et al. сообщили о частоте обнаружения рака 54% в группе систематической биопсии по сравнению с 63% в группе МРТ. Несколько исследований показали обнаружение большего количества клинически значимых опухолей в группе МРТ по сравнению с систематической биопсией, даже несмотря на то, что общая частота обнаружения рака может быть не выше в группе визуализации, тем самым улучшая эффективность биопсии и облегчая диагностику рака. В метаанализе, включающем 14 исследований и 698 пациентов, средняя частота обнаружения рака после отрицательной биопсии составила 37,5% (диапазон 19,2-68,3%). Совокупная чувствительность и специфичность по анализу участков составила 57% и 90% соответственно. Положительное прогностическое значение мп-МРТ в этих исследованиях варьировалось от 17 до 92. Однако во многих из этих исследований биопсии были получены с помощью визуальной/когнитивной оценки после мп-МРТ. Хукс и др. сообщили о частоте обнаружения рака 25% (108/438) у пациентов, у которых была хотя бы одна предыдущая отрицательная биопсия на повышенный уровень ПСА и которые прошли последующую мп-МРТ и МРТ под контролем биопсии отверстия, при этом 87% этих раковых заболеваний оказались клинически значимыми. Положительная прогностическая ценность мп-МРТ в этом исследовании составила 41% (108/265) по анализу пациентов и 33% (123/368) по анализу сайта. Точно так же Vourganti et al. сообщили о частоте обнаружения рака 37% (73/195) после предыдущей отрицательной биопсии и подозрительной мп-МРТ. В их исследовании прицельная биопсия с использованием слияния МРТ-ТРУЗИ улучшилась у 28 пациентов и выявила дополнительный значительный рак у 12 пациентов, не обнаруженный при систематической биопсии. Недавно Sonn и соавт. также выявили рак у 34% (36/105) пациентов с использованием слияния МРТ-ТРУЗИ после первоначальной отрицательной биопсии, причем 72% из них были клинически значимыми. Положительная прогностическая ценность мп-МРТ для очень подозрительных поражений (оценка PI-RAD 4 и 5) составила 50% (24/48 пациентов).

Заключение

«Полет» прицельной биопсии стал популярным, и преимущества прицельной биопсии неоднократно демонстрировались в нескольких исследованиях. Наряду с недавней литературой появляется все больше данных, свидетельствующих о том, что эффективность мп-МРТ при использовании вместе с ПСА с последующей прицельной биопсией видимого на МРТ очага является лучшей альтернативой систематической ТРУЗИ-биопсии в диагностическом пути для выявления рака предстательной железы и поэтому приносит пользу диагностике рака. Наибольшая польза может быть получена за счет сокращения ненужных биопсий (NPV мп-МРТ для клинически значимого рака), что, в свою очередь, может предотвратить гипердиагностику и избыточное лечение. Это также может уменьшить количество пропущенных клинически значимых раковых заболеваний и улучшить стратификацию риска; следовательно, он обеспечивает более точный терапевтический выбор для пациента.

Литературы

1. Akbarov S. et al. VALUE OF US AND DOPPLEROMETRY IN CHRONIC PYELONEPHRITIS OF PREGNANT WOMEN //Yangi O'zbekiston talabalari axborotnomasi. – 2023. – T. 1. – №. 2. – C. 26-29.
2. Alimjanovich, R.J., Obid , K., Javlanovich, Y.D. and ugli, G.S.O. 2022. Advantages of Ultrasound Diagnosis of Pulmonary Pathology in COVID-19 Compared to Computed Tomography. Central Asian Journal of Medical and Natural Science. 3, 5 (Oct. 2022), 531-546.
3. Amandullaevich A. Y., Abdurakhmanovich K. O. Organization of Modern Examination Methods of Mammary Gland Diseases //Central Asian Journal of Medical and Natural Science. – 2022. – T. 3. – №. 5. – C. 560-569.
4. Babajanovich K. Z., Abdurakhmanovich K. O., Javlanovich Y. D. Ultrasound and MSCT as the Next Step in the Evolution of the Examination of Patients with Ventral Hernias //Central Asian Journal of Medical and Natural Science. – 2022. – T. 3. – №. 5. – C. 583-591.
5. Choi YJ, Kim JK, Kim N, Kim KW, Choi EK, Cho KS. Functional MR imaging of prostate cancer. Radiographics 2007;27:63-77.
6. Chou R, Croswell JM, Dana T, Bougatsos C, Blazina I, Fu R, et al. Screening for prostate cancer: A review of the evidence for the U.S. Preventive Services Task Force. Ann Intern Med 2011;155:762-71.
7. Haider MA, van der Kwast TH, Tanguay J, Evans AJ, Hashmi AT, Lockwood G, et al. Combined T2-weighted and diffusion-weighted MRI for localization of prostate cancer. AJR Am J Roentgenol 2007;189:323-8.
8. Hambrock T, Somford DM, Huisman HJ, van Oort IM, Witjes JA, Hulsbergen-van de Kaa CA, et al. Relationship between apparent diffusion coefficients at 3.0-T MR imaging and Gleason grade in peripheral zone prostate cancer. Radiology 2011;259:453-61.
9. Jie C, Rongbo L, Ping T. The value of diffusion-weighted imaging in the detection of prostate cancer: A meta-analysis. Eur Radiol 2014;24:1929-41.
10. Khamidov Obid Abdurakhmanovich, Davranov Ismoil Ibragimovich, Ametova Alie Servetovna. (2023). The Role of Ultrasound and Magnetic Resonance Imaging in the Assessment of Musculo-Tendon Pathologies of the Shoulder Joint. International Journal of Studies in Natural and Medical Sciences, 2(4), 36–48.
11. Khasanova Diyora Zafarjon kizi, Khamidov Obid Abdurakhmonovich and Juraev Kamoliddin Danabaevich 2023. SYMPHYSIOPATHY AND PREGNANCY. "Conference on Universal Science Research 2023". 1, 2 (Feb. 2023), 55–60.
12. Khudayberdiyevich Z. S. et al. Possibilities and Prospects of Ultrasound Diagnostics in Rheumatology //Central Asian Journal of Medical and Natural Science. – 2022. – T. 3. – №. 5. – C. 570-582.
13. Nurmurzayev Z.N.; Suvonov Z.K.; Khimmatov I.Kh. Ultrasound of the Abdominal Cavity. JT COS 2022, 4, 89-97.
14. Obid, K., Servetovna, A. A., & Javlanovich, Y. D. (2022). Diagnosis and Structural Modification Treatment of Osteoarthritis of the Knee. Central Asian Journal of Medical and Natural Science, 3(5), 547-559.

15. Oto A, Kayhan A, Jiang Y, Tretiakova M, Yang C, Antic T, et al. Prostate cancer: Differentiation of central gland cancer from benign prostatic hyperplasia by using diffusion-weighted and dynamic contrast-enhanced MR imaging. *Radiology* 2010;257:715-23.

16. Panebianco V, Barchetti F, Sciarra A, Ciardi A, Indino EL, Papalia R, et al. Multiparametric magnetic resonance imaging vs. standard care in men being evaluated for prostate cancer: A randomized study. *Urol Oncol* 2015;33:17. e1-7.

17. Park SY, Kim CK, Park BK, Kwon GY. Comparison of apparent diffusion coefficient calculation between two-point and multipoint B value analyses in prostate cancer and benign prostate tissue at 3 T: Preliminary experience. *AJR Am J Roentgenol* 2014;203:W287-94.

18. Siegel R, Ma J, Zou Z, Jemal A. Cancer statistics, 2014. *CA Cancer J Clin* 2014;64:9-29.

19. Tan CH, Wei W, Johnson V, Kundra V. Diffusion-weighted MRI in the detection of prostate cancer: Meta-analysis. *AJR Am J Roentgenol* 2012;199:822-9.

20. Usarov M.Sh, Otakulov Z.Sh and Rakhmonkulov Sh. H. 2022. Contrast-enhanced ultrasound in the differential diagnosis of focalnodular hyperplasia and hepatocellular liver adenoma. *Journal the Coryphaeus of Science*. 4, 4 (Dec. 2022), 70–79.

21. Wang L, Mazaheri Y, Zhang J, Ishill NM, Kuroiwa K, Hricak H. Assessment of biologic aggressiveness of prostate cancer: Correlation of MR signal intensity with Gleason grade after radical prostatectomy. *Radiology* 2008;246:168-76.

22. Wu LM, Xu JR, Gu HY, Hua J, Chen J, Zhang W, et al. Usefulness of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the diagnosis of prostate cancer. *Acad Radiol* 2012;19:1215-24.

23. Yakubov D. Z., Gaynullaev S. O. The diagnostic importance of radiation diagnostic methods in determining the degree of expression of gonarthrosis //UZBEK JOURNAL OF CASE REPORTS. – С. 36.

24. Yakubov D.J., Turanov A.R. and Baymuratova A.C. 2022. Possibilities of contrast-enhanced ultrasound tomography in the diagnosis of metastatic liver lesions in patients with cervical cancer. *Journal the Coryphaeus of Science*. 4, 4 (Dec. 2022), 80–88.

25. Yusufzoda Hosiyat Turon kizi, Khamidov Obid Abdurakhmonovich and Juraev Kamoliddin Danabaevich 2023. DIAGNOSIS OF CHANGES IN PREGNANT WOMEN WITH VULVOVAGINITIS. "Conference on Universal Science Research 2023". 1, 2 (Feb. 2023), 51–55.

26. Ахмедов Якуб Амандуллаевич; Гайбуллаев Шерзод Обид угли; Хамирова Зиёда Абдивахобовна. МРТ В СРАВНЕНИИ С ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ АРТРОСКОПИЕЙ КОЛЕННОГО СУСТАВА ДЛЯ ОЦЕНКИ РАЗРЫВОВ МЕНИСКА. *Tadqiqotlar* 2023, 7, 105-115.

27. Гайбуллаев Ш., Усаров М., Далерова М. НОРМАЛЬНЫЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ РАЗМЕРЫ ЖЕЛЧНОГО ПУЗЫРЯ И ОБЩЕГО ЖЕЛЧНОГО ПРОТОКА У НОВОРОЖДЕННЫХ //Involta Scientific Journal. – 2023. – Т. 2. – №. 1. – С. 142-148.

28. Нурмурзаев, З. Н., Жураев, К. Д., & Гайбуллаев, Ш. О. (2023). ТОНКОИГОЛЬНАЯ АСПИРАЦИОННАЯ ЦИТОЛОГИЯ ПОД УЛЬТРАЗВУКОВЫМ КОНТРОЛЕМ В ДИАГНОСТИКЕ ЗАБРЮШИННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ: ИССЛЕДОВАНИЕ 85 СЛУЧАЕВ. *Academic Research in Educational Sciences*, 4(4), 126–133.

29. Хамидов , О. , Гайбуллаев , Ш. и Давранов , И. 2023. СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ УЗИ И МРТ В ДИАГНОСТИКЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ МЕНИСКА КОЛЕННОГО СУСТАВА. Евразийский журнал медицинских и естественных наук. 3, 4 (апр. 2023), 176–183.

30. Хамидов О. А., Гайбуллаев Ш. О., Хакимов М. Б. ОБЗОР МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПАТОЛОГИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА: ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ //Journal of new century innovations. – 2022. – Т. 10. – №. 5. – С. 181-195.

31. Хамидов О. А., Гайбуллаев Ш. О., Хомидова Д. Д. РОЛЬ УЛЬТРАЗВУКА И МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ МЫШЕЧНО-СУХОЖИЛЬНЫХ ПАТОЛОГИЙ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА //Uzbek Scholar Journal. – 2023. – Т. 12. – С. 125-136.

32. Хамидов, О. А., Жураев, К. Д., & Муминова, Ш. М. (2023). СОНОГРАФИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПНЕВМОТОРАКСА. World scientific research journal, 12(1), 51-59.

33. Юсуфзода Х. и др. ОПТИМАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ СИНДРОМА МИРИЗЗИ //Yangi O'zbekiston talabaları axborotnomasi. – 2023. – Т. 1. – №. 2. – С. 21-25.

34. Якубов Д. Д., Давранов И. И., Шодикулова П. Ш. ХАРАКТЕРИСТИКИ МСКТ И ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ COVID-19 ПРИ БЕРЕМЕННОСТИ //Journal of new century innovations. – 2023. – Т. 22. – №. 1. – С. 165-176.

